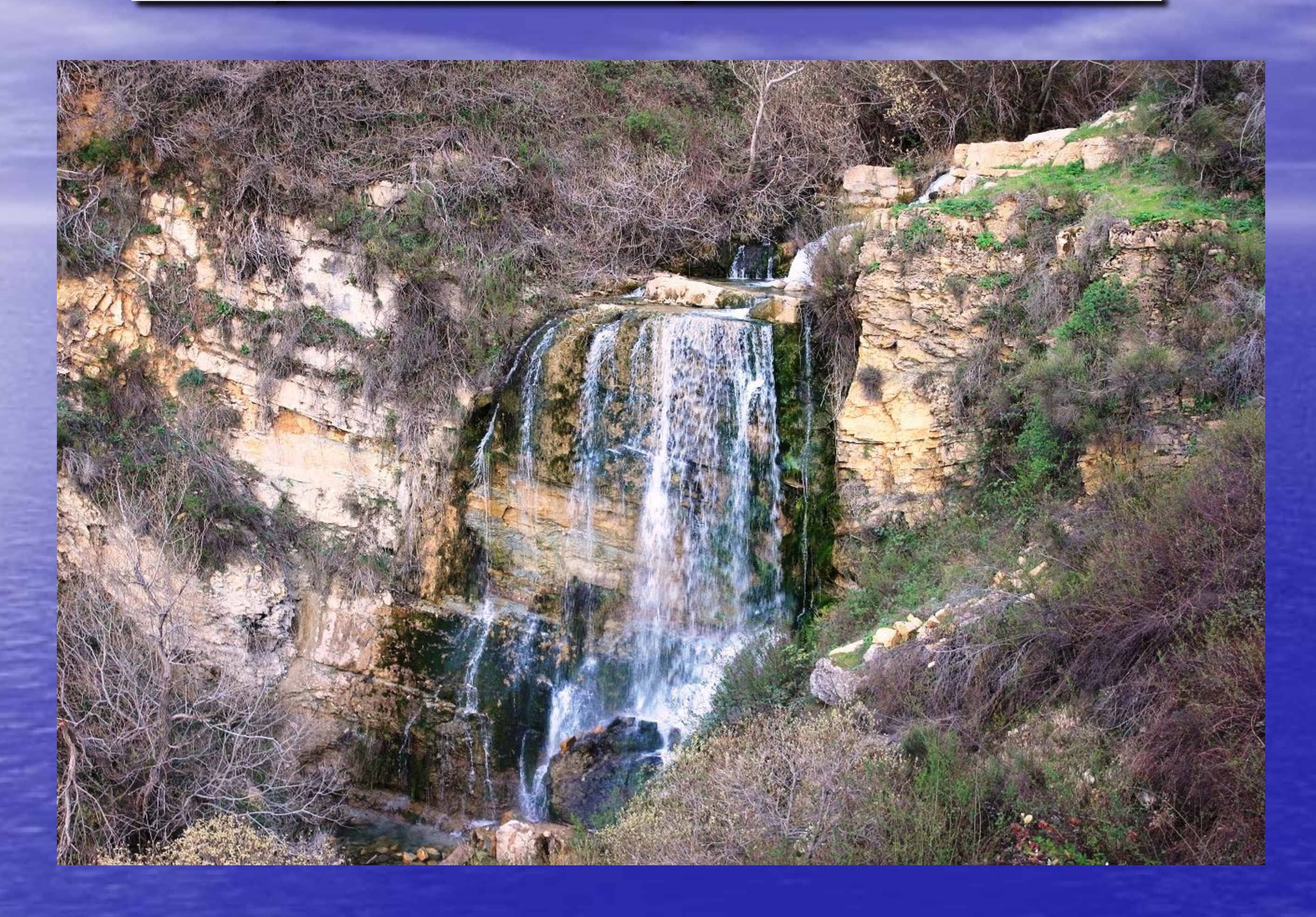
لمحة موجزة عن واقع المياه الجوفية في لبنان



الهيدروجيولوجي د. سمير زعاطيطي

الثروة المائية في لبنان: وقائعها



Google Earth

موقع لبنان الجغرافي:

جنوبي المنطقة المعتدلة الشمالية.

قلب الحافة الشرقية للبحر الأبيض المتوسط.

بين خطي العرض 33 و 35 درجة شمال خط الإستواء

وخطي الطول 35 و37 درجة شرق خط غرينويتش

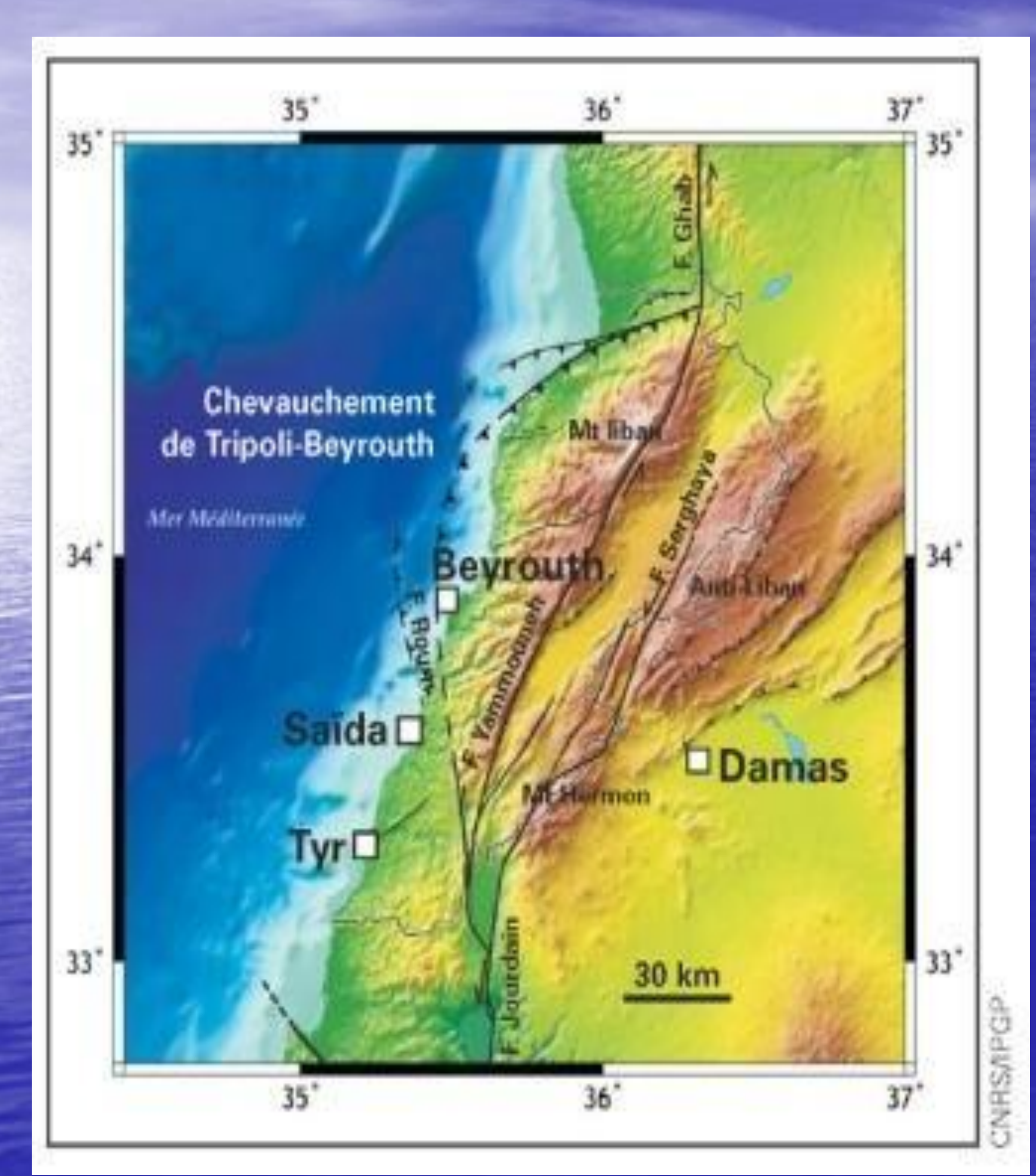
الوضع التكتوني



تشكل الفوالق الإنزلاقية المتطاحنة الممتدة من العقبة جنوبا الى طوروس شمالا مرورا بلبنان الحد الشمالي الغربي للصفيحة العربية

Ata Elias These 2006 IPGP
Figure2- 1: Tectonic Map of the Eastern Mediterranean. Bathymetry is from ETOPO2minutes resolution grids. Offshore Lebanon, white line encloses area with detailed bathymetry from SHALIMAR survey.

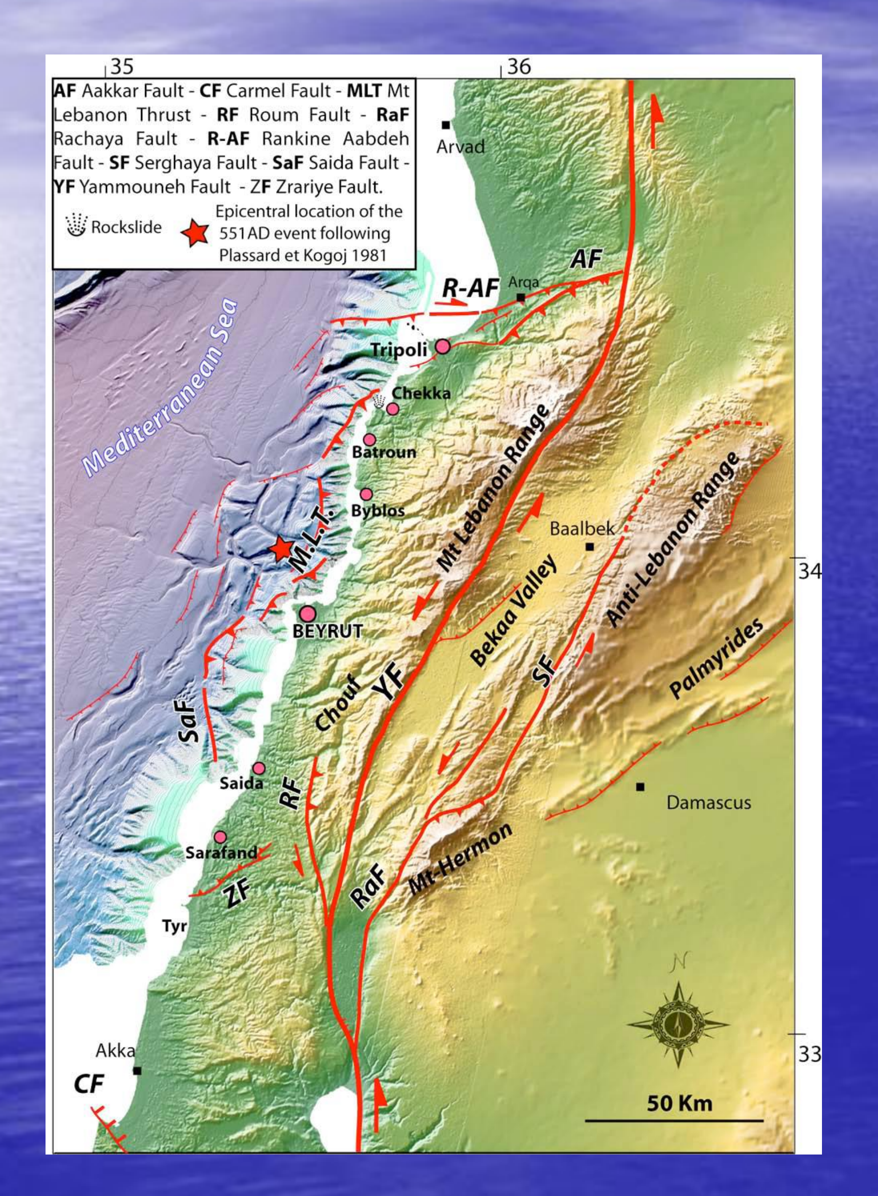
الطبيعة التكتونية



سلسلتي الجبال اللبنانية المتوازية، و التكسرات الأساسية الطولية والعرضية الثانوية، الواضحة على سطح المجموعات الصخرية الكربوناتية.

Ata Elias These 2006 IPGP
Fig3- 4: Morpho tectonic Map of the Lebanese Restraining Bend and its margin (bathymetry from the SHALIMAR campaign). Red circles indicate cities mentioned in historical texts as severely damaged by the 551AD earthquake and its associated Tsunami.

الفوالق البحرية المكتشفة حديثا 2003

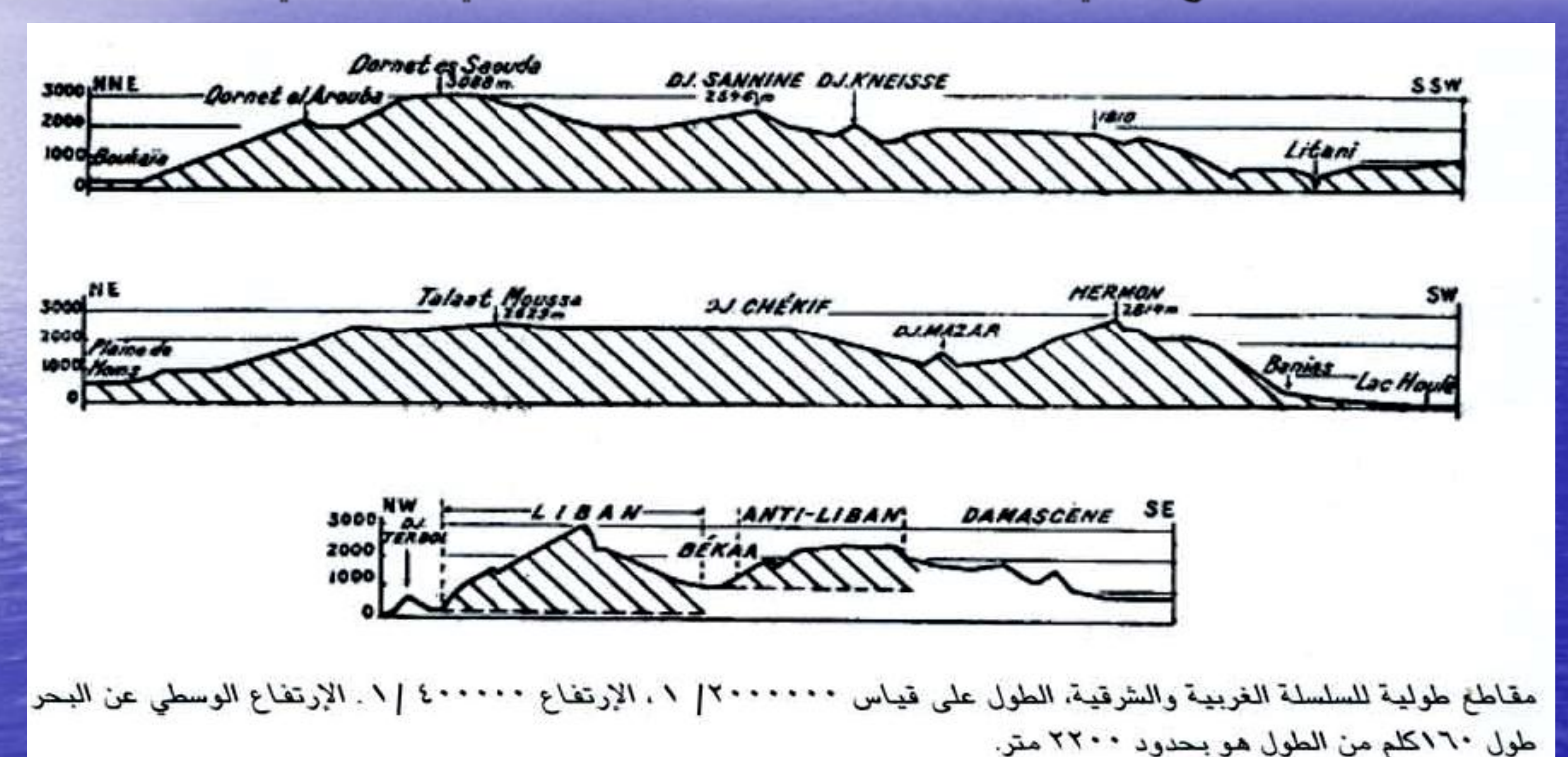


جزء من الصفيحة البحرية المتوسطية تنزلق تحت شبه الصفيحة القارية المشرقية، تؤدي من ناحية الى إرتفاع سلسلة جبل لبنان الغربية وإلى نشاط تكتوني زلازل وكسور أرضية.

Fig3- 4: Morpho tectonic Map of the Lebanese Restraining Bend and its margin (bathymetry from the SHALIMAR campaign). Red circles indicate cities mentioned in historical texts as severely damaged by the 551AD earthquake and its associated Tsunami.

إرتفاعات المناطق اللبنانية

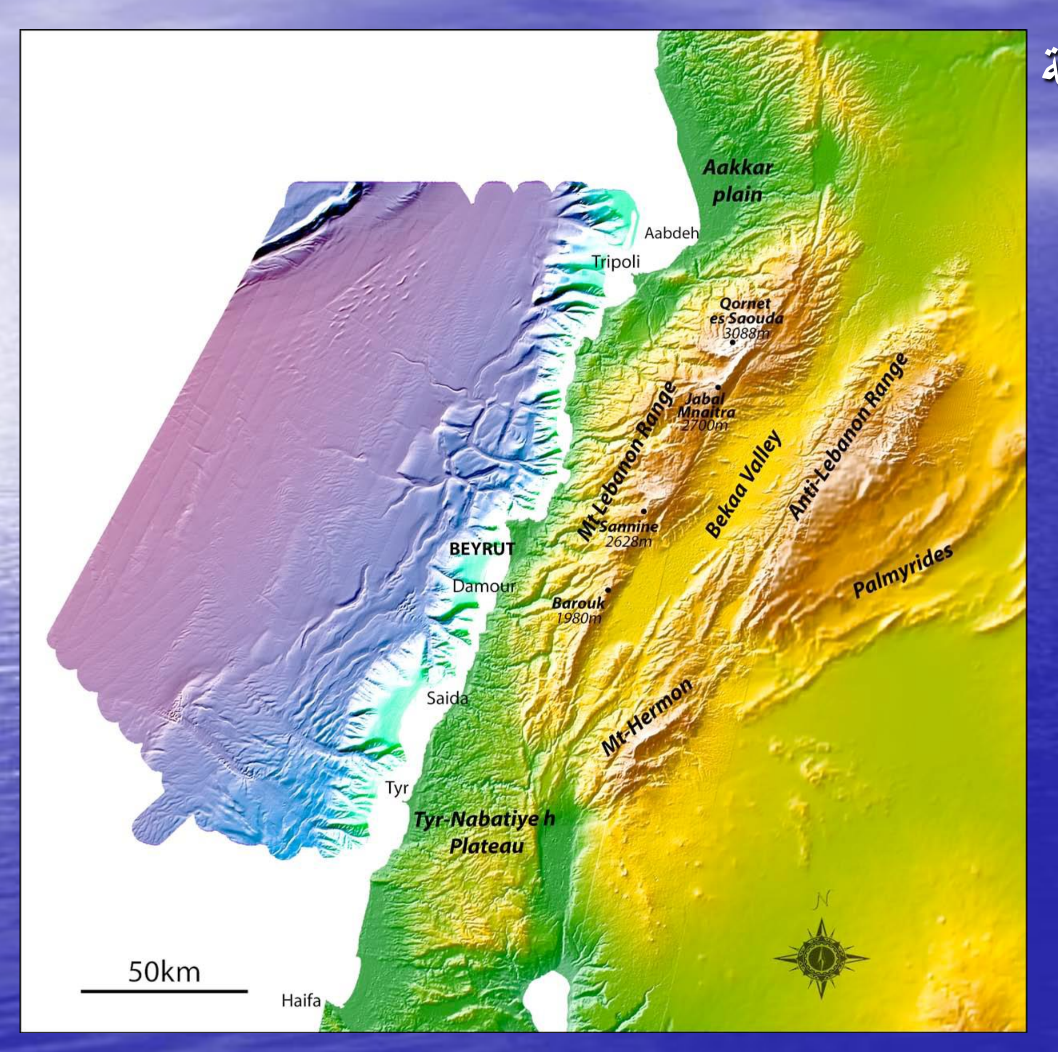
الغربية شمال بيروت من 2000 الى 3088 متر ومن 1800 الى 1950 مترا جنوبي بيروت.
الشرقية من 1700 الى 2814 متر جنوبي بيروت و2500 الى 2600 الى الشمال منها.
منخفض سهل البقاع الداخلي بين السلسلتين ما بين 900 الى 1000 متر في الجبل العربي1503 متر.



مقاطع طولية للسلسلة الغربية والشرقية، الطول على قياس ٢٠٠٠٠٠٠/ ١، الإرتفاع ٤٠٠٠٠٠ / ١. الإرتفاع الوسطي عن البحر طول ١٦٠كلم من الطول هو بحدود ٢٢٠٠ متر.

Notice explicative carte géologique Liban1/2 00000 Beyrouth 1955

الدور الذي تلعبه السلسلتين على الحافة الشرقية للمتوسط

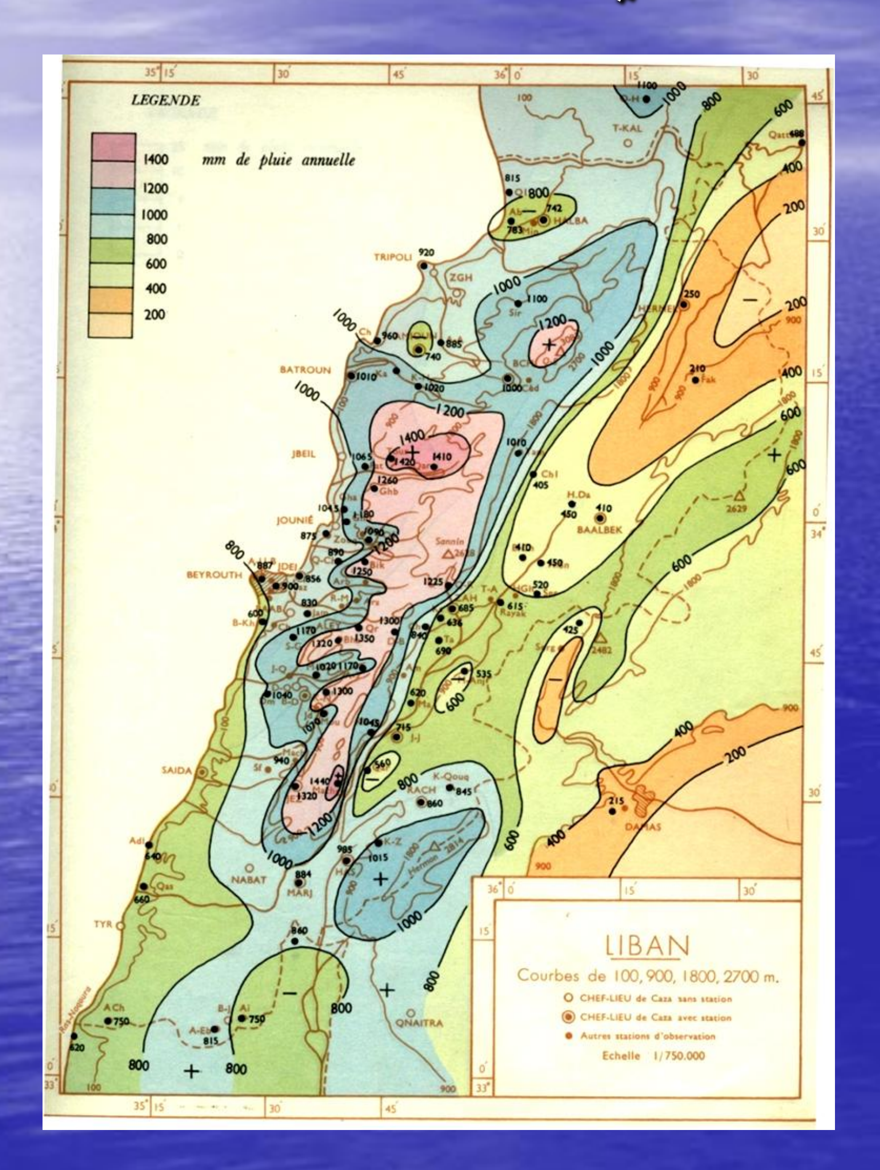


الأول تشكيل سد مانع بوجه الغيوم المشبعة ببخار الماء الآتية من البحر إسقاط كميات مهمة من الأمطار على السواحل والسفوح الغربية ثلوج في المرتفعات بدءا من 2500 متر.

الثاني هو تشكيل التوزع المناخي، من متوسطي على الساحل الى جبلي على السفوح الغربية الى متوسطي داخلي في سهل البقاع الى شبه صحراوي في الشمال الشرقي منطقة الهرمل اللبنانية والداخل الشرقي عموما.

Ata Elias These 2006 IPGP
Figure2- 6: Shaded relief of the Topography and Bathymetry of the Central Levant Area.

معدلات الهاطل المطري



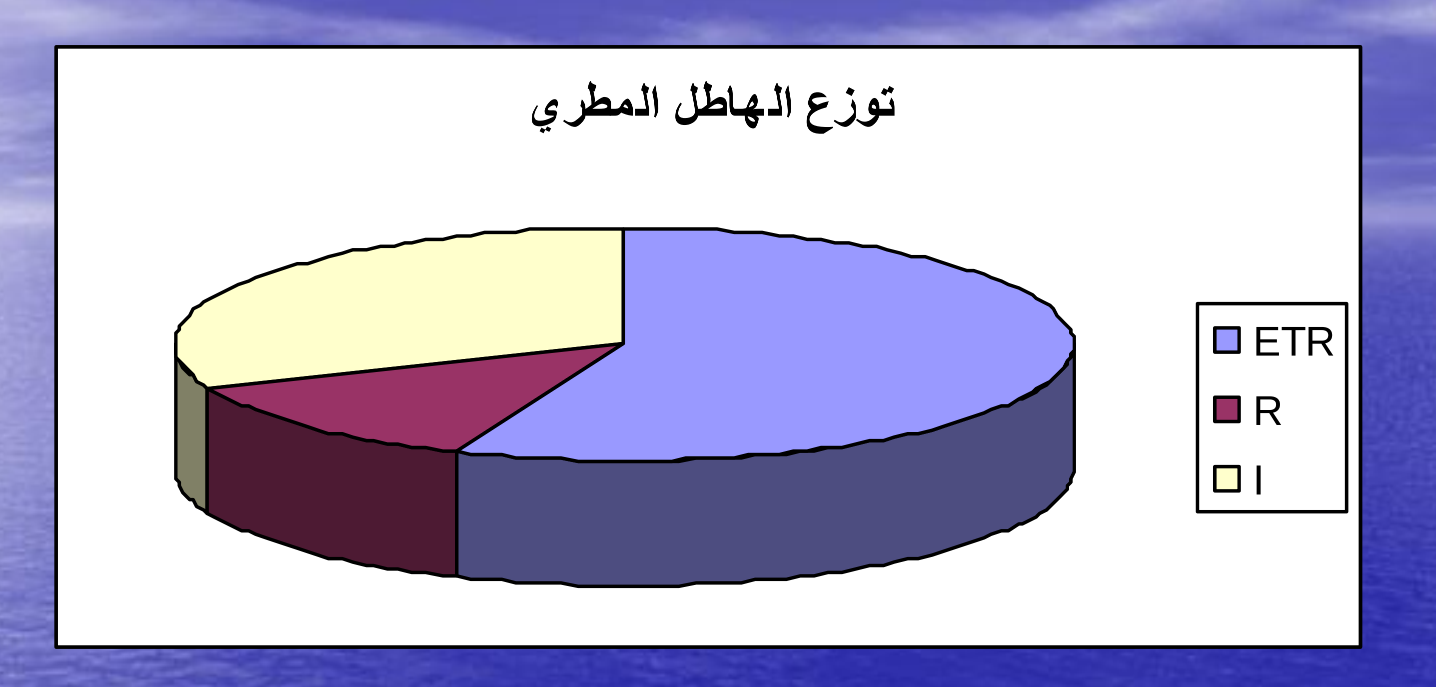
معظم كميات الأمطار تهطل على لبنان وبغزارة في شتاء قصير.

حوالي 70% في أشهر كانون أول وكانون الثاني وشباط .

جفاف شبه تام خلال الربيع والصيف والخريف.

أطلس لبنان المناخي - بيروت 1973

الكشف المائي



حجم هاطل الأمطار السنوي مع تقدير الكميات الناتجة عن ذوبان الثلج 10 مليار متر مكعب.

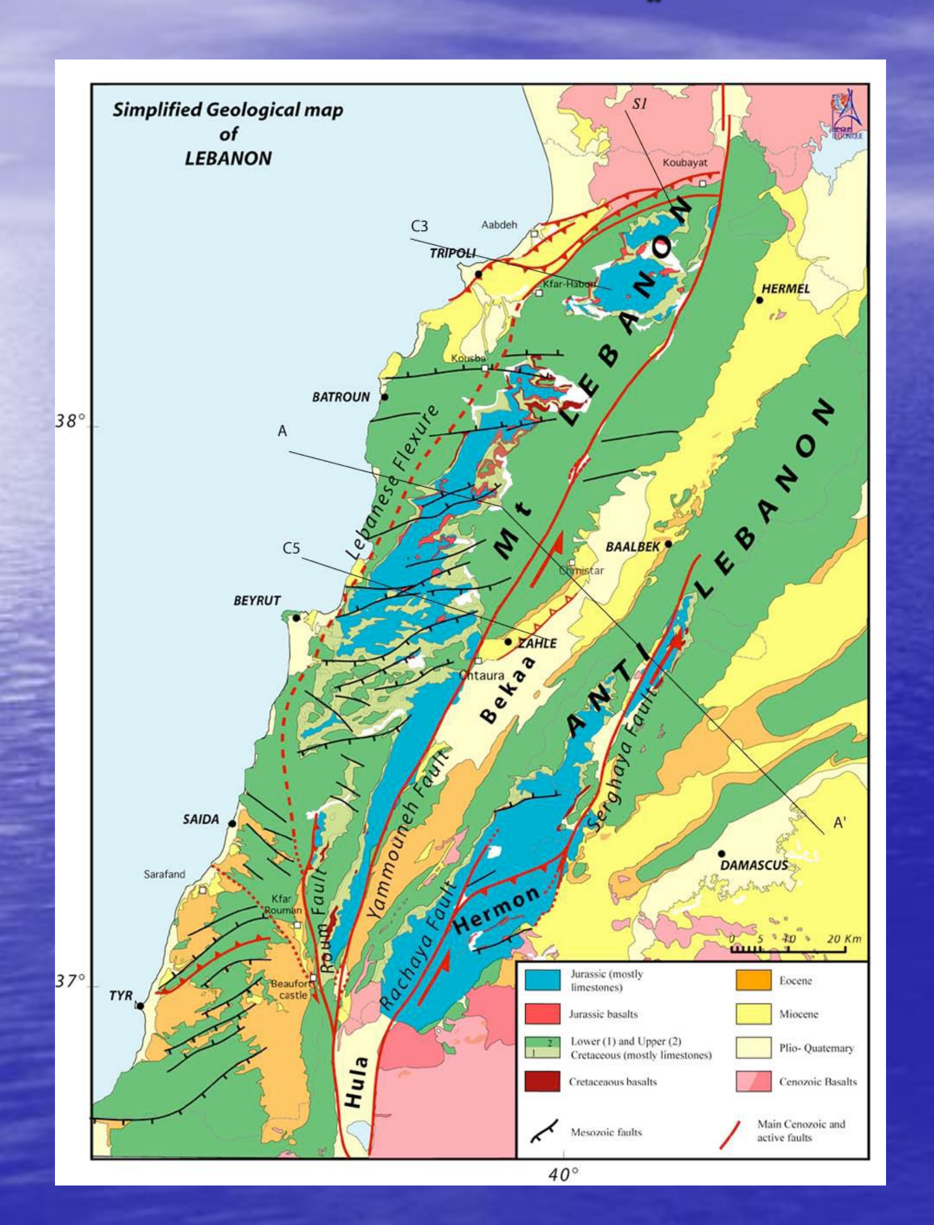
حجم التبخر والتعرق النباتي حوالي 5.5 مليار م م.

حصة المياه السطحية السنوية حوالي 1.3 مليار م م.

حصة التخزين الجوفي السنوي 3 مليار م م.

(المراجع : تقديرات التقرير الأزرق UNDP - أبحاث أخرى)

الطبيعة الجيولوجية للصخور في لبنان



مسطح جيولوجي مبسّط

باللون الأزرق الصخور الكاربوناتية الجوراسيك

الأخضر الصخور الكاربوناتية الكريتاسي الأوسط.

البرتقالي الصخور الكاربوناتية الإيوسين الأوسط

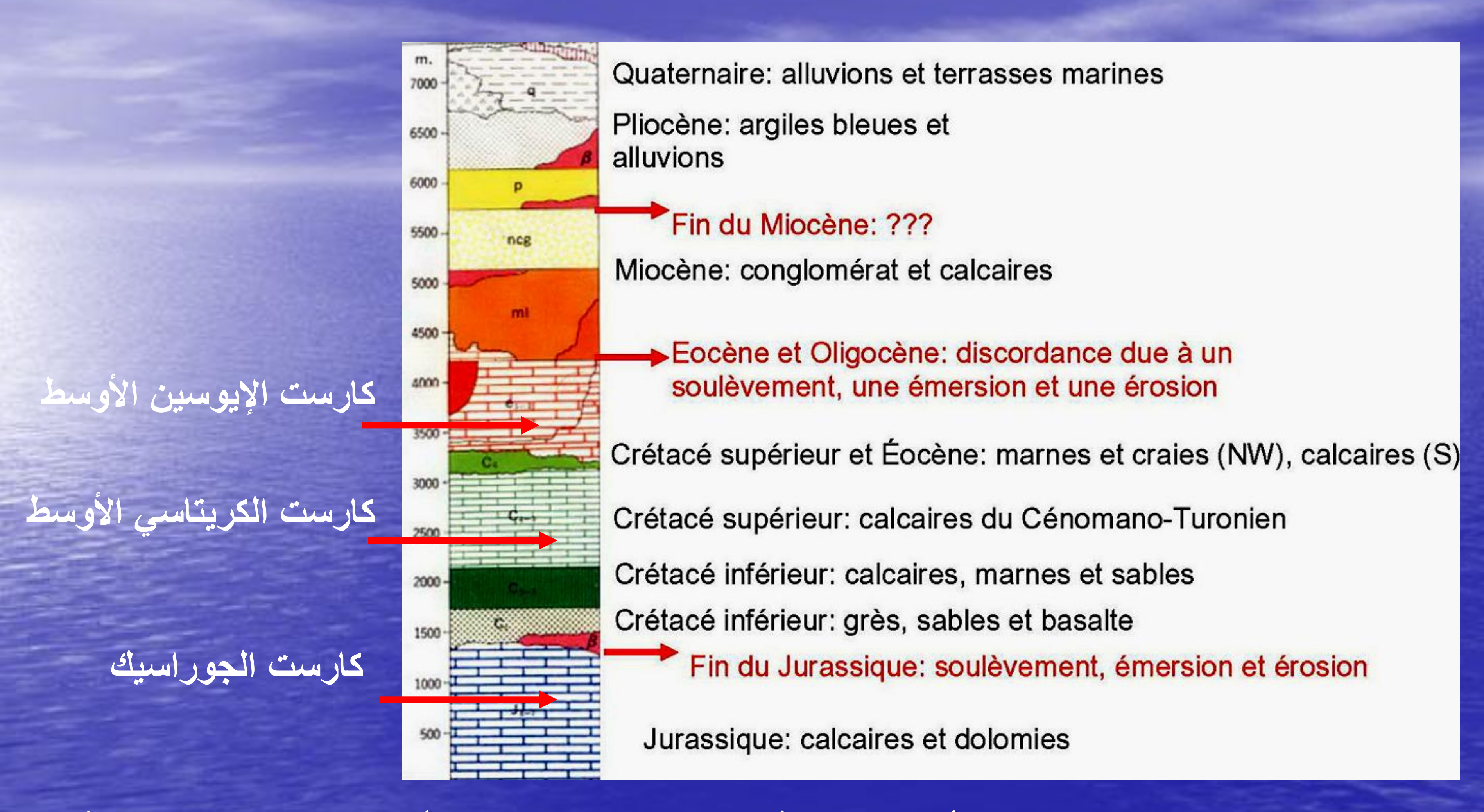
الأحمر والزهري صخور البازالت البركانية

الفوالق الأساسية بالخط الأحمر الثانوية بالأسود.

IPG Paris 2006 le chevauchement de Tripoli Saida

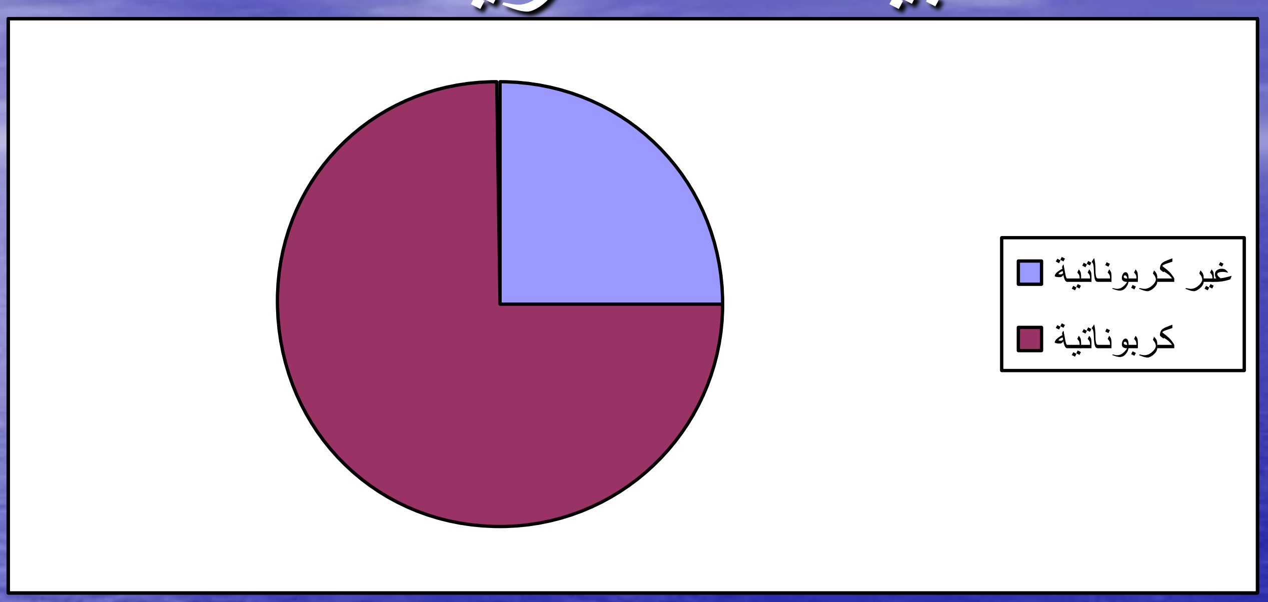
صورة مأخوذة من أطروحة د. عطا إلياس 2006

كل الصخور في لبنان رسوبية – البازالت عبر الشقوق والفوالق



مقاطع التتابع الصخري الزمني على الأراضي اللبنانية بدءا من عصر الجوراسي الأسفل حتى التكوينات الرباعية الحديثة التكوين - التقرير الأزرق – نيويورك **UNDP - 1970**

الطبيعة الصخرية المتكشفة



أهم الصخور في لبنان :

الكربوناتية الكلسية والدولوميتية القاسية الكثيفة والمشققة ، إذ تتكشف بنسبة حوالي 75% من مساحة البلد، وتشكل سلسلتي الجبال والمناطق المرتفعة. ومخازن جوفية صخرية متطورة.

نسبة ال25 % الباقية، من صخور متنوعة مابين رملية صلصالية وصلصالية رملية الى مارلية طبشورية وبازالتية ناتجة عن إنبعاث الحمم عبر الشقوق والفوالق خلال عدة مراحل زمنية متعاقبة.

المراجع : تقديرات التقرير الأزرق UNDP - أبحاث أخرى)

صور المرتفعات الكربوناتية الكارستية



صور من لبنان

وادي قنوبين المحفور في عمق الصخور الكربوناتية



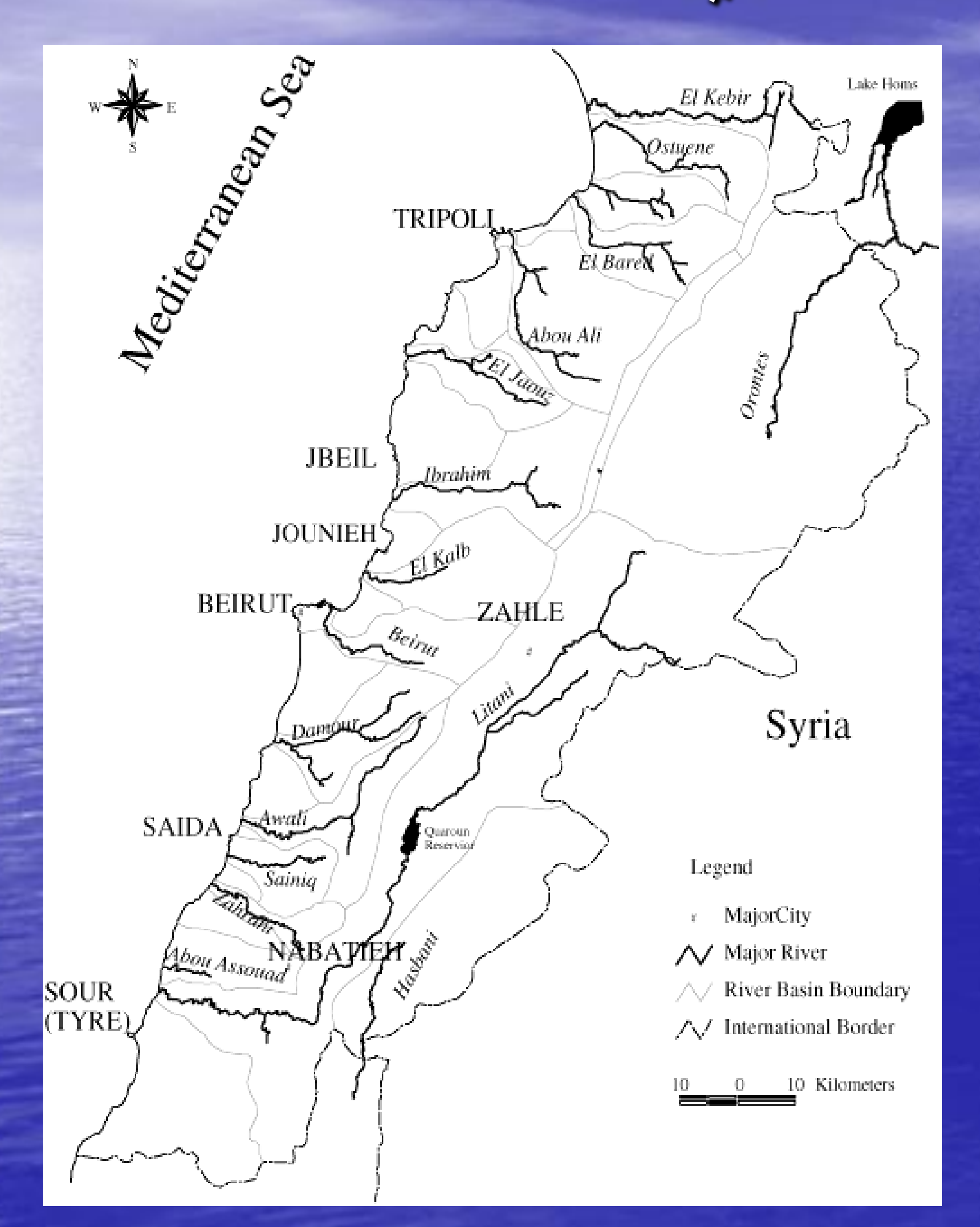
فالق بلدة رميش الحدودي



فالق مروحين الحدودي



المياه السطحية



14 نهر دائم تحفرعلى السفوح الغربية لسلسلة لبنان الغربية

مجاري مائية ضيقة، جريان سريع نحو البحر

تفقد 75 % من تصريفها السنوي في كانون أول- كانون ثاني – شباط.

مجموع مساحة 14 حوض نهري أساسي والأكثر أهمية هي أقل من 500 كلم مربع.

مجموع 24 حوض ثانوي صغير تبلغ 75 كلم مربع.

نهر العاصي شمال شرقي لبنان – الهرمل



يبدأ نهر العاصي من عين الزرقا داخل لبنان قرب بلدة الهرمل، يعبر شمالا سوريا ثم تركيا ويصب في أنطاكيا، تصريفه السنوي حوالي 13.5 م م /ثانية – 430 مليون م م سنويا.

نهر الوزاني

تصريفه حوالي 145 مليون م م



ينبع إرتوازيا من عمق المخزن الكارستي الكريتاسي المغطى بالبازالت.

تحتل منطقة الوزاني أقصى الزاوية الجنوب شرقية للأراضي اللبنانية، تقع على تخوم الحد الشمالي لسهل حولا والمعروف أيضا بإصبع الجليل المنحدر جنوبا نحو الداخل الفلسطيني المحتل.

المياه الجوفية ـ معلومات عامة

يتكون إحتياطي المياه الجوفية عامة من تسرب جزء من مياه الأمطار وتلك الناتجة عن ذوبان الثلوج الى عمق الصخور ذات النفاذية والمسامية أو ذات نفاذية الشقوق والتكسرات والتذويب.

الطبقات المانعة والشبه مانعة للتسريب والجريان تلعب الدور الأساسي في حجز إحتياطات المياه الجوفية وتوجيهها داخل المخازن.

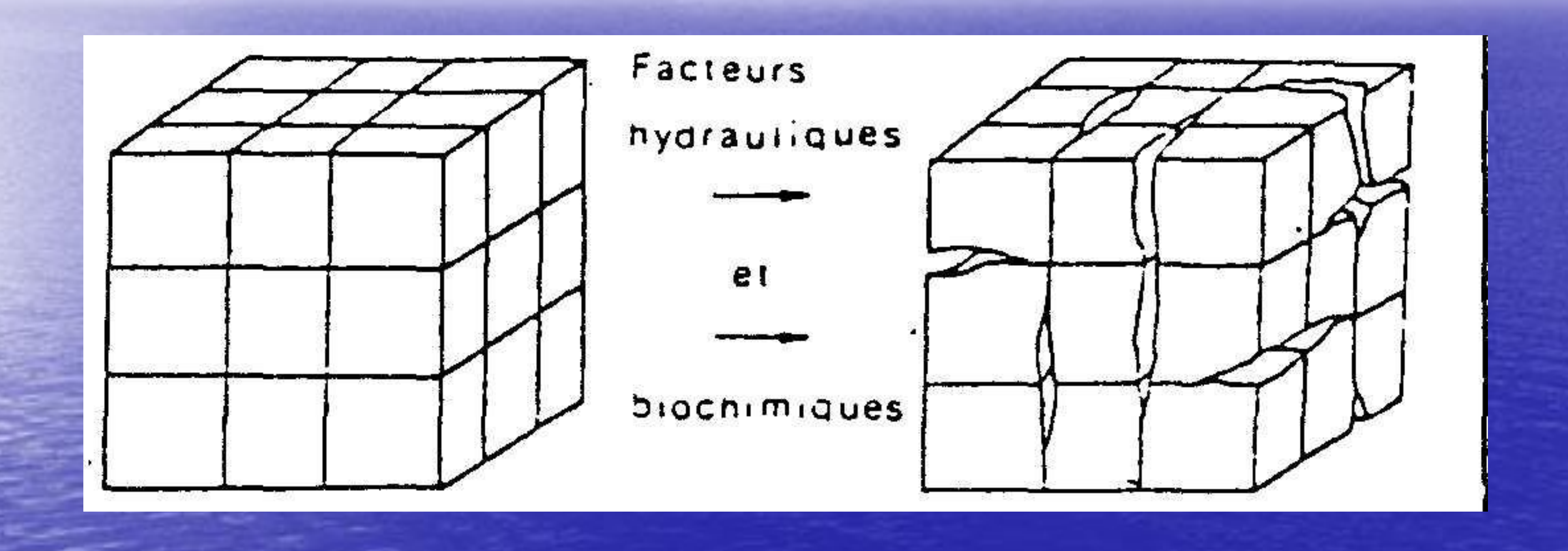
أماالفوالق والكسور فإنها تلعب دورا مكملا في طرائق توزع المياه وظهورها على السطح بشكل ينابيع.

المياه الجوفية

تشكل المياه الجوفية ثاني أكبر مصدر للمياه العذبة في العالم بعد الكميات الكبيرة الموجودة على سطح الأرض على شكل كتل جليدية ضخمة في المناطق القطبية.

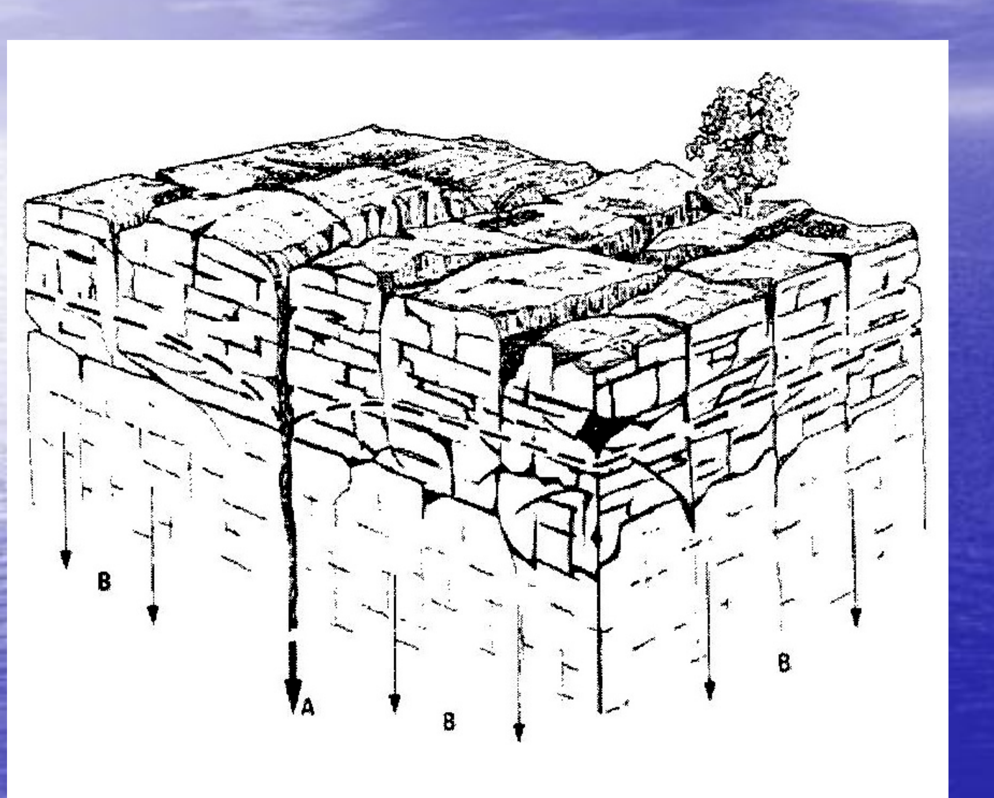
بإمكان إحتياطيات المياه الجوفية سد النقص الحاصل في موارد المياه العذبة لاسيما في مواسم الجفاف والصيف حيث تتناقص كميات المياه السطحية التي تعرضت وتتعرض في المناطق الصناعية والزراعية الى التلوث، مما يحد من إستعمالها كمياه شرب وإستعمال.

المخازن الكربوناتية الكارستية



تشكل الصخور الكربوناتية مخازن جوفية متميزة تسمى علميا بالمخازن الكارستية، من أهم مميزات هذه المخازن: نفاذية مجموع الشقوق والكسور ذات الأصل التكتوني القديم (منذ نشوء المجموعة الصخرية) والذي تطور في الحقب الجيولوجية المتعاقبة.

العمليـة الكـارستيـة



مصور لسطح المخزن الكارستي يظهر تأثير العوامل التكتونية والطبيعية من تكسر وتشقق ومن تذويب وتفتيت للصخر الكربوناتي.

نفاذية الفراغات الناتجة عن التذويب بمياه الأمطار المتسربة عبر السطح والحاوية للحامض الكربوني الخفيف، الناتج عن ذوبان ثاني أوكسيد الفحم الموجود في الهواء وعلى سطح الأرض بالمياه المتغلغلة في العمق الصخري. تسمى عملية التذويب بالعملية الكارستية وهي بدأت منذ ظهور الصخور وتكشفها فوق سطح البحر مما يعرضها سنويا للعوامل الطبيعية السطحية لاسيما للمطر وتساقط الثلوج أشعة الشمس والرياح.

مسامية الصخر الكربوناتي الكثيف الغير مشقق

سطح الكارست في منطقة الأرز



واضح آثار التكسرات السطحية والتذويب

منظر سطح الكارست في قلعة فقرا



واضح آثار عمليات التذويب السطحية

صور المرتفعات الكربوناتية الكارستية



التغذية الثلجية في المرتفعات الجبلية اللبنانية



ثلوج على جبل المنيطرة

السلسلة الغربية.



منظر جبل صنين من البحر



قدرة المخازن الكارستية المتكشفة على التخزين

أثبتت الدراسات الفرنسية على مخازن كارستية متوسطية أنها قادرة على إختزان حوالي 40% من حجم الهاطل المطري.

تشكل المخازن الكارستية ما نسبته حوالي 35% من مساحة أوروبا .

تعتمد المدن الأوروبية الكبيرة مثل باريس فيينا روما بشكل أساسي على المياه الجوفية للتزود بمياه الشرب والإستعمال، مناطق زراعية شاسعة يتم ريها بمصادر مياه جوفية.

تشكل الجبال لاسيما سلسلة جبال الألب الأوروبية أهم مصادر المياه الجوفية في أوروبا.

المخازن الكارستية المغطاة بطبقات مانعة تختزن إحتياطات جوفية مهمة .

دور المخازن الكارستية المغطاة

تلعب المخازن الجوفية المغطاة بطبقات مانعة دورا كبيرا في لبنان.

تظهر المياه الجوفية في بعض الأماكن على السطح بشكل ينابيع إرتوازية برك رأس العين - الرشيدية قرب صور- نبع عين الزرقا مصدر نهر العاصي، نبع الوزاني تحت كتلة بازالتية.

ينابيع تحت البحر مقابل شواطئ بلدة شكا في الشمال - مقابل شاطيئ القاسمية في الجنوب.

نبع مياه جوفية تحت البحر مقابل القاسمية - صور

أحد ينابيع شكا البحرية



مصور إجمالي للمخزن الكارستي

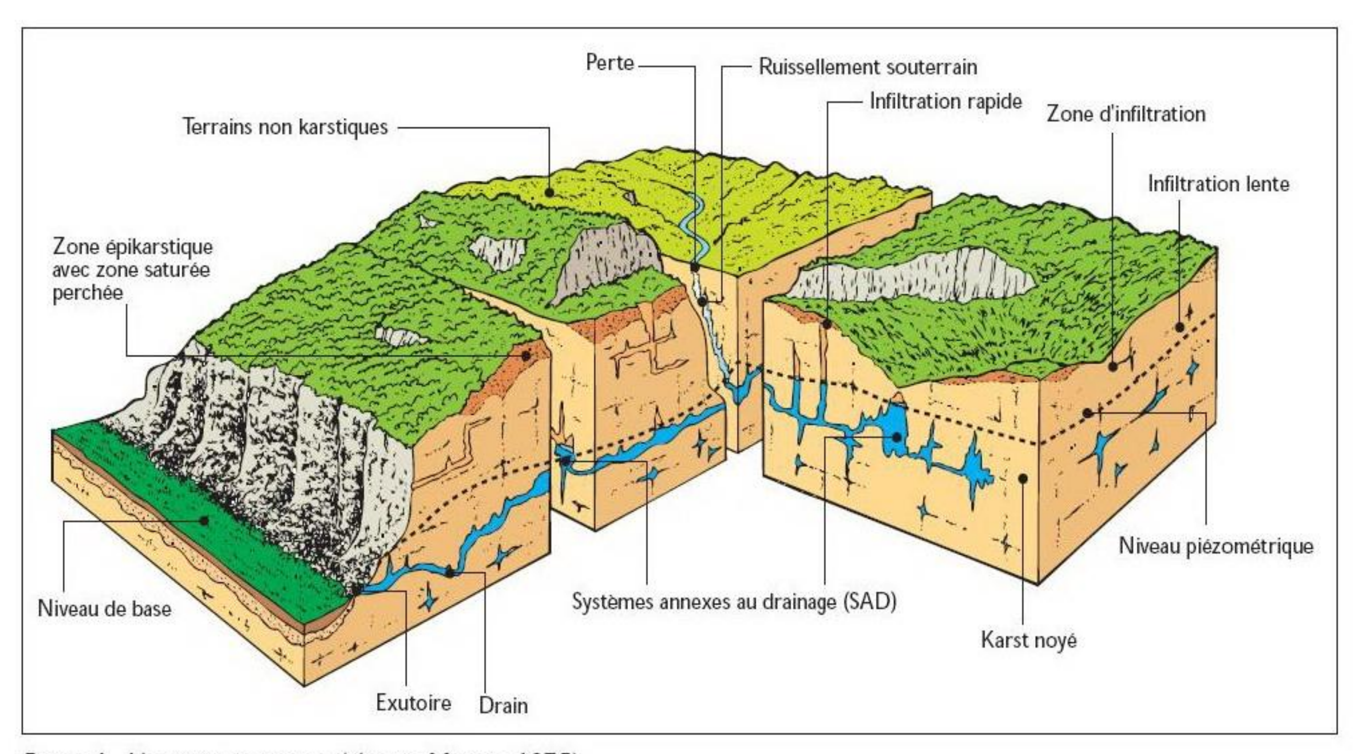


Figure 4 - L'aquifère karstique (d'après Mangin, 1975)

نموذج للمخزن الكارستي :

KARST MODEL (A. Mangin 1975)

منطقة أولى : غير مشبعة تتسرب المياه فيها عاموديا.

منطقة ثانية : مشبعة كل الفراغات والشقوق والتفسخات ملأى بالمياه الجوفية المتواصلة فيما بينها

التخزين الجوفي في لبنان

الظروف المناخية الجغرافية والجيولوجية تؤاتي التخزين الجوفي أكثر من السطحي.
الطبيعة الجبلية اللبنانية غير مناسبة لتكوين أحواض مائية واسعة بل ضيقة غير مناسبة للسدود، ما عدا أحواض الليطاني - العاصي - الوزاني.

مساحة المخازن الكارستية المتكشفة تبلغ حوالي 75% من مساحة لبنان الإجمالية البالغة 10450 كلم متر مربع بما يعادل حوالي 7837 كلم مربع.

إذا إحتسبنا نسبة تخزين 40% يصبح المخزون السنوي المائي المتجدد للمخازن الكارستية اللبنانية حوالي <u>3135 مليون متر مكعب</u>، هذا الرقم لايدخل عليه المياه الناتجة عن ذوبان الثلج.

تقدير برنامج الأمم المتحدة للتنمية لهذا المخزون السنوي ب 3000 مليون متر مكعب.

تحليل أولي للكشف المائي

يقدر تقرير برنامج الأمم المتحدة القدرة التخزينية السطحية عبر السدود بحوالي 540 مليون متر مكعب.

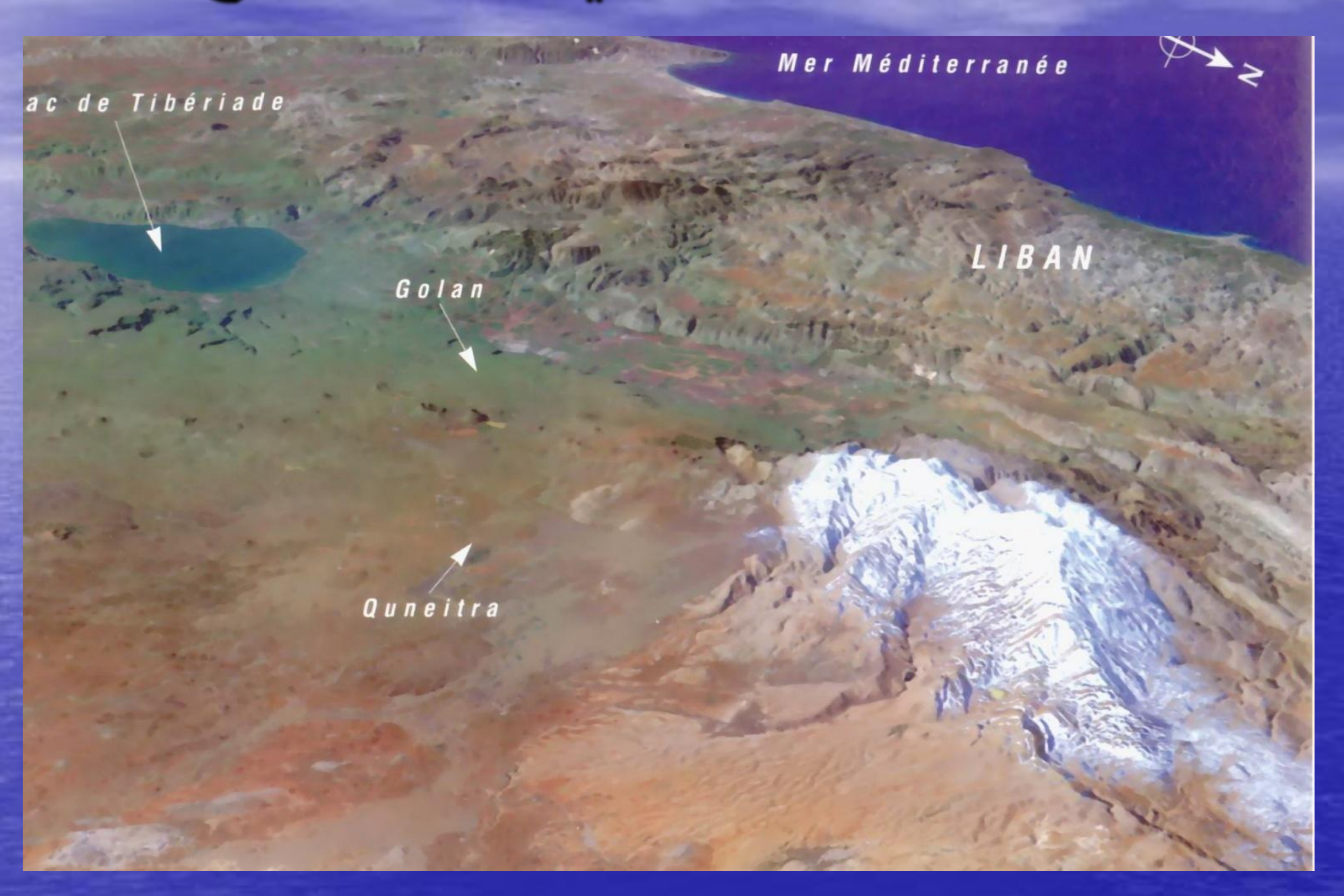
يقدر أيضا المياه السطحية الخارجة من لبنان: جميع الأنهار الغربية زائد العاصي شمالا والوزاني جنوبا والينابيع البحرية بحوالي 2.7 مليار م م.

يوصي التقرير الصادر سنة 1970 بنيويورك بإستثمار الإحتياطات الجوفية المتجددة وتلك الغير متجددة الموجودة أصلا لاسيما في الصيف والتي ممكن تعويضها في فترة التغذية الشتوية.

يقدر حجم المياه الجوفية الممكن إستثمارها حتى سنة 2000 ميلادي بنحو 1.5 مليار م م.

لايقدر حجم المياه الجوفية الخارجة من لبنان لاسيما في الجنوب من المخزن الكارستي الكريتاسي الذي يشكل الجليل الأعلى اللبناني نحو الجليل الأسفل الفلسطيني.

مشهد الجليل الأعلى اللبناني وجبل الشيخ - حرمون



صورة أقمار صناعية للمخزن الكارستي الكريتاسي الذي يشكل مرتفعات الجليل الأعلى اللبناني. وجبل الشيخ حرمون - مجلة GEO الفرنسية عدد سبتمبر 1997

القدرات الإستثمارية المائية في لبنان

القدرة الإستثمارية السنوية للمياه الجوفية 1.5 مليار م م حددها تقرير الأمم المتحدة من 1970 حتى سنة 2000 أكبر بثلاثة أضعاف من تلك العائدة الى القدرة التخزينية الكاملة للمياه السطحية 540 مليون م م.

إستثمار المياه الجوفية المتجددة سنويا شجعت عليه كل الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية والهيدروجيولوجية (لويس دو برتريه - المرحوم إبراهيم عبد العال – تقرير الأمم المتحدة للتنمية - لبنان دراسة المياه الجوفية الصادر في نيويورك - 1970).

يقول تقرير الأمم المتحدة إن المخازن الكربوناتية الجبلية العالية القاسية والمشققة هي ذات قدرة تخزينية عالية أكبر بكثير من المياه الجارية على السطح.

الوضع المائي في لبنان

معظم مصادر المياه السطحية مستثمرة على نطاق واسع لأغراض الشرب والإستعمال والري والصناعة.

إنقطاع المياه عن المناطق بسبب الحرب، زيادة الإستهلاك السكاني والزراعي والصناعي محدودية المصادر السطحية لاسيما في فصول الجفاف شجعت على إستقصاء المياه الجوفية في المناطق.

بدأ الإستثمار في منتصف ستينيات القرن الماضي بحفر الآبار في المناطق النائية ، بشكل محدود بداية بعد أشغال برنامج الأمم المتحدة للتنمية **PNUD** وآبار الدولة واكبها بشكل كبير حفر آبار خاصة من قبل المستثمرين

بعض الينابيع لايمكن إستثمارها لقربها من الحدود مثل الوزاني لأسباب معروفة، والينابيع البحرية رأس العين شكا لأسباب تقنية ولكلفتها العالية.

أهم المشاريع الإستثمارية الناجحة

أشغال وزارة الطاقة - مجلس الجنوب

CARTE GÉOLOGIQUE DU LIBAN

Damour

M. elkhohkh

O. Fakhreddine

O. Jilou

مشروع آبارمرج الخوخ إبل السقي

مشروع آبار الدامور الناعمة.

مشروع آبار وادي جيلو صور

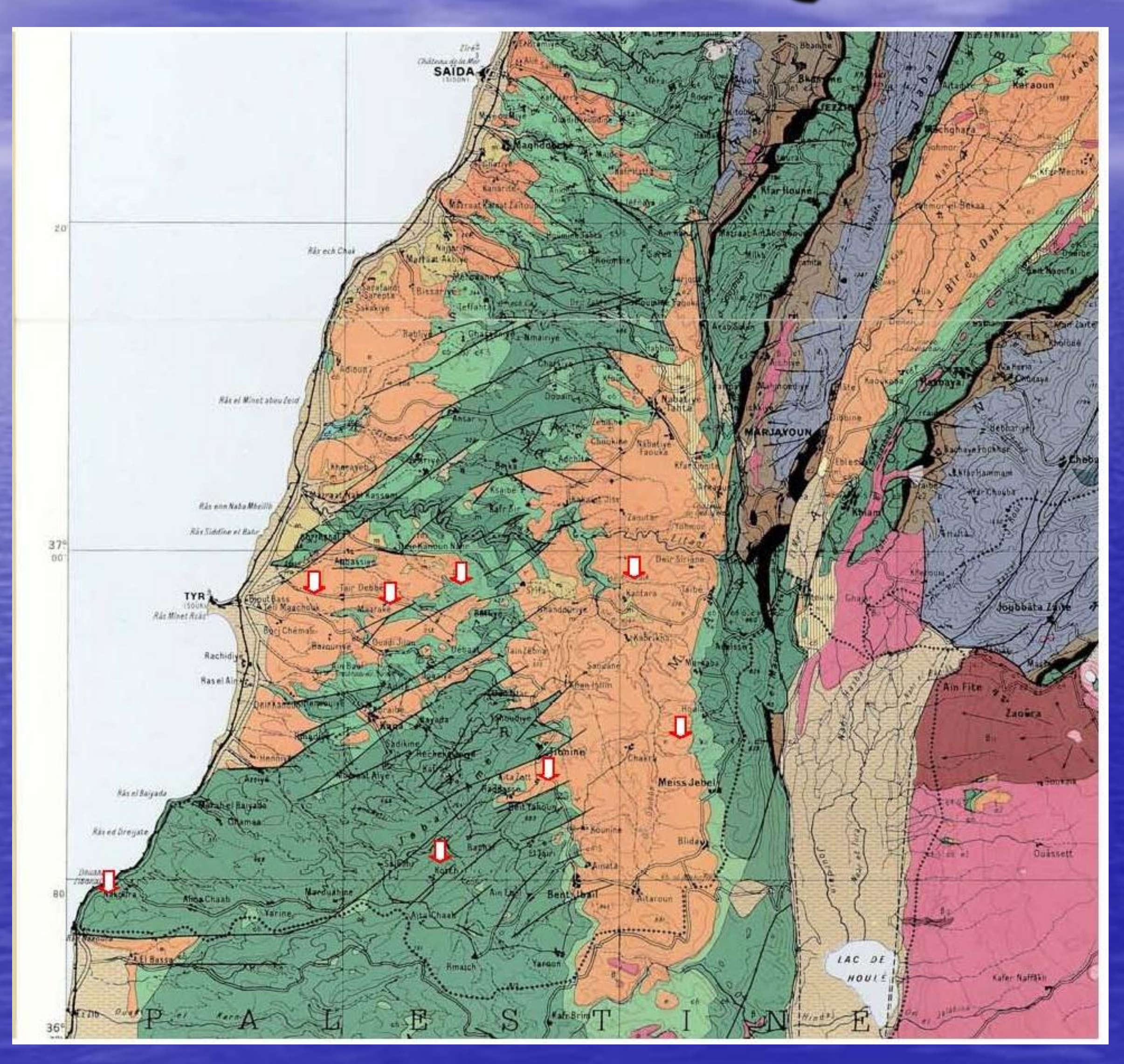
مشروع آبار وادي فخر الدين النبطية

Emplacement des stations de pompage sur carte géologique Liban 1/200000 Beyrouth 1955

أحد آبار محطة وادي فخر الدين



مواقع آبار قوات الطوارئ



آبار قوات الطوارئ

9 آبار منتجة موزعة على القواعد العسكرية:



المقر الأساسي للطوارىء بئرين بلدة الناقورة

بئر القوات الكورية الجنوبية طير دبا - صور.

بئرين للقوات الإيطالية في بلدة معركة قرب صور وفي بلدة حاريص.
بئر القوات الفرنسية في برج قلاويه.

بئر القوات النيبالية قرب ميس الجبل.

بئر القوات الأندونيسية في عدشيت.

بئر القوات الغانية بالقرب من قرية القوزح.

بئر بلدة القوزح الخاص الجنوب اللبناني



المخازن الجوفية المستثمرة

المخازن الجوفية المستثمرة في الجنوب والبقاع الغربي:

بشكل كبير الكارست الكريتاسي الأوسط.

بشكل متوسط الإيوسين الأوسط.

بشكل بسيط الكارست الجوراسي

القليل في المقاطع الرملية الصلصالية في الكريتاسي الأسفل

السياسة المائية في لبنان؟

لاتوجد حتى الآن سياسة واضحة أو مخطط إستراتيجي لإدارة الثروة المائية.

قامت وزارة الطاقة والمياه سابقا بحفر الآبار القليلة العمق في بعض القرى، كانت نتائجها سلبية، جاءت التقارير بأن المنطقة لايوجد فيها مياه جوفية، مما أدى بالسكان الى أكلاف جديدة بإنشاء خزانات تحت البيوت لتخزين مياه الأمطار (الجنوب والبقاع)

توقف مجلس الجنوب عن حفر الآبار بعد التحرير.

ملامح السياسة المائية الجديدة:

تنفيذ مشاريع سدود صغيرة في بعض المناطق لتخزين مياه مصادر سطحية ينابيع – أمطار للشرب والإستعمال.

مشاريع جر مياه الأنهر (الأولي – الليطاني) لتزويد العاصمة بمياه الشرب والإستعمال.

تقنين شديد على إستثمار المياه الجوفية في لبنان عبر تصعيب إعطاء تراخيص الحفر.

تحليل لسياسة السدود المقترحة



منظر لسد شبروح المقام حديثا فوق الكارست الجوراسي المشبع بالمياه الجوفية

- السدود غايتها الأساسية تأمين مياه ري وكهرباء رخيصة .
- البنية الجيولوجية اللبنانية هي جبلية بإمتيازغير مناسبة.
- الأحواض النهرية ضيقة ومنحدرة بقوة نحو الساحل.
- السدود المقترحة في لبنان غير مدروسة جيدا، من درسها؟
- مكلفة وغير إستثمارية، لن تحل مشاكل نقص المياه.
- المناطق المناسبة جيولوجيا حوض نهر العاصي، حوض مجرى الليطاني و الوزاني.

.

مبادئ أولية لسياسة مائية واقعية

الأخذ بعين الإعتبار الوضع الجيولوجي والإعتماد على المخازن الكارستية.

عمليات إستثمار المياه الجوفية كانت ناجحة في الجنوب اللبناني والبقاع الغربي، دلت على توفر كميات كبيرة ومتجددة من المياه الجوفية إمكانيات وجود إحتياطي جوفي ثابت غير متحرك سنويا.

إحتياطيات المياه الجوفية متوفرة في أشهر الجفاف بإمكانها سد الحاجات المتزايدة، بعكس المصادر السطحية التي تخف في هذه الفترة.

تتابع سنوات قليلة الأمطار(شحيحة) لم يؤثر على حجم المياه الجوفية المستثمرة.
أشغال وتجهيز محطات إستثمار المياه الجوفية نفذت بأكلاف مقبولة جدا.

الدول الأوروبية المتطورة وجدت في المخازن الجوفية الكارستية لديها الحل الأمثل لسد الحاجات لمياه شرب وإستعمال.